AUS DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK BASEL
(VORSTEHER: PROF. C. HENSCHEN)

ÜBER DIE MOTORISCHEN FUNKTIONEN DER APPENDIX

INAUGURALDISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

LORENZ ULRICH
AUS MUOTATHAL (SCHWYZ)

1928

VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG

VON DER MED. FAKULTÄT BASEL
GENEHMIGT
AUF ANTRAG VON PROF. HENSCHEN

DRUCK VON AUGUST PRIES IN LEIPZIG

Aufgabe der vorliegenden Arbeit sollte sein, nach Möglichkeit Kurven der Längs- und Ringmuskulatur des Wurmfortsatzes zu erhalten, welche Vergleiche mit übrigen Darmkurven zulassen sollten, um so die Frage mitentscheiden zu können, ob die Appendix eine dem Darm gleiche Peristaltik besitzt (Rohrperistaltik), oder ob sie ihren Inhalt durch Zusammenziehen nach Art der Harn- oder Gallenblase austreibt (Hohlmuskelorganperistaltik), oder endlich ob sie in ihren Kontraktionsbewegungen der Defäkationskontraktion des Dickdarms gleicht.

Am Dünndarm unterscheiden wir, entsprechend einer Aufstellung von *Hotz*, folgende Bewegungsarten:

1. die Peristaltik, eine analwärts fortschreitende Verengerung des Darmes;
2. die Pendelbewegungen, Verziehung eines Darmabschnittes in axialer Richtung bei gleichzeitiger wechselnder Kontraktion der Ringmuskulatur (Mischbewegung);
3. Rollbewegungen: stürmisches Fortschreiten der Peristaltik analwärts, welche ohne ersichtlichen Grund plötzlich zum Stehen kommt.

Die Bewegungen des Dickdarms zerfallen in solche mit retrograder und anterograder Wirkung und solche, welche Retention des Inhalts bewirken (*Lenz*). Anterograd wirkt die echte Rohrperistaltik in schwach propulsoschem Sinne und die gleichzeitige Kontraktion der Ringmuskulatur großer Darmabschnitte stark propulsorisch (große Colonbewegung der Röntgenologen). Eine Abart der letzteren ist die bei der Defäkation auftretende konzentrische Kontraktion des Rectums, welche aus gleichzeitiger Kontraktion der Längs- und Ringmuskulatur auf große Strecken besteht und in gewissem Sinne der Hohlmuskelorganperistaltik gleicht. Die retrograd wirkende Bewegungsform, die sogenannte Antiperistaltik, ist eine große zylindroide Kontraktion, entsprechend der großen Colonbewegung, jedoch mit distalem Beginne derselben (*Lenz*). Eine eigentliche Antiperistaltik ist beim Menschen nicht nachgewiesen, von *Lenz* u. a. jedoch an der Katze beobachtet worden. Die Retentionsfunktion des Dickdarms besteht vornehmlich in tonischen Schnürringen, welche stehen bleiben oder sehr langsam rückwärts wandern,

sowie, was jedoch nur für den Katzendarm nachgewiesen ist, in echter Antiperistaltik.

Die Appendix gleicht dem Bau nach unbedingt dem Dünndarm; die Muskelverhältnisse der Wand sowie die Verteilung des Nervenplexus sind dieselben. Ihre Lage zum Cöcum hingegen läßt die Vermutung einer ihm verwandten Funktion zu.

Die Peristaltik sollte, entsprechend der Methodik von *Magnus*, durch Registrierung des Spieles der Ringmuskulatur von zwei Stellen aus und durch den Versuch von *Bayliss* durch Reizung zwischen zwei Ringmuskelstellen mittelst Doppelelektrode nachgewiesen werden. Nach der gleichen Methode wurden die Pendelbewegungen untersucht, und es sollte besonders die Frage entschieden werden, ob sich der Wurmfortsatz in ganzer Länge zusammenzieht, oder ob diese Verziehungen in axialer Richtung nur kürzere Strecken betreffen. Zur Lösung dieser Frage sollten einmal die ganze Appendix zur Registrierung der Längskontraktionen und dann nur kürzere Stücke derselben verwandt werden. Im Laufe der Versuche konnten jedoch statt kürzerer Stücke nur die Hälften des Wurmfortsatzes verwandt werden. Die Kurve der distalen Hälfte, die nicht unmittelbar aufgezeichnet wurde, ergab sich durch graphische Subtraktion der Kurve der proximalen Hälfte von der der ganzen Appendix. Die Rollbewegungen und die zylindroiden Kontraktionen ergaben sich ohne weiteres aus der Kurve der Ringmuskelschreibung von zwei Stellen aus. Eine weitere Versuchsanordnung konnte Aufschluß geben, ob zwischen der Längsmuskelkontraktion und zwischen der Kontraktion der Ringmuskulatur Beziehungen bestehen, d. h. ob den Längskontraktionen deutlich sichtbare Ringmuskelkontraktionen parallel laufen, nach Art der konzentrischen Kontraktion des Rectums.

Beobachtungen an der lebenden Appendix.

a) Röntgenbeobachtungen. Die Beobachtungen über Füllung und Entleerung der lebenden, in richtigen physiologischen Verhältnissen belassenen Appendix sind in erster Linie dem Röntgenologen möglich. Über die Art der Füllung, über den Zeitpunkt derselben und über den der Entleerung des Wurmfortsatzes bestehen unter den diesbezüglichen Arbeiten große Widersprüche. Über den Entleerungsmechanismus sprechen sich überhaupt nur wenige Untersucher aus.

Am eingehendsten gibt *Gottheiner* über die Füllung der Appendix mit Kontrastbrei Aufschluß. Er nimmt an, daß sie sich so gut wie jeder andere Darmabschnitt fülle, ja, daß eine Röntgenuntersuchung des Verdauungstraktus, welche auf ihre Darstellung verzichtet, lückenhaft sei. Unter

212 Fällen gelang es ihm, die Appendix in 94 Proz. darzustellen. Von den restlichen 6 Proz. wurden 4 Proz. autoptisch verschlossen gefunden; 2 Proz. konnten nicht nachgeprüft werden. *Dohner, Cambies* und *Jaisson* kommen zu ähnlichen Ergebnissen mit 90, 85—90 bzw. 80 Proz. Andere dagegen, *Stekolikow, Madinavertia* und *Henzelmann*, finden den Wurmfortsatz nur in 50 Proz. der Fälle und noch weniger oft, *Czepa*, nur in 20 Proz., *Ruf* sogar nur in 10 Proz. der Fälle röntgenologisch dargestellt.

Diese so grundverschiedenen Ergebnisse mögen zum geringeren Teile von den Zufälligkeiten des Materials, mehr noch von der Untersuchungstechnik herrühren.

So setzen *Armani* und *Cambies* den Handelspräparaten der Kontrastmahlzeit eine Lösung von Magnesiumchlorür zu, untersuchten 8—9 St. p. c. und fanden den Wurmfortsatz in 80 Proz. gefüllt. *Gottheiner* dagegen verzichtet auf solche Zusätze und führt seine guten Resultate auf die richtige Technik zurück, die ein Beiseiteschieben des Cöcums, sowie häufigere Untersuchungen verlangt. Diesen seinen Erfahrungen entsprechen solche vieler anderer Autoren über Zeitpunkt der Füllung bzw. der Entleerung des Wurmfortsatzes. *Gottheiner* ist der Ansicht, daß sich in dieser Beziehung keine Norm aufstellen lasse, sondern daß Füllung und Entleerung von der Bewegungsintensität des übrigen Darmes abhänge. Diesen Ergebnissen entsprechend findet *Czepa* seine besten Bilder 8—24 St. p. c. *White* ist der Ansicht, daß die Füllung während der Untersuchung sich mehrmals vollziehe, gibt aber ebenfalls als günstige Untersuchungszeit 12 St. p. c. an. *Jaisson* glaubt, daß die normale Appendix sich zu gleicher Zeit wie das Cöcum fülle und 12 St. nach der Entleerung des letzteren keinen Inhalt mehr aufweise. *Czepa* fand dagegen durch Operation gesund bestätigte Appendices, die noch nach 72 St. gefüllt waren.

Es lassen sich danach über den Augenblick der Füllung keine bestimmten Angaben machen. Wahrscheinlich hängt der Zeitpunkt von Füllung und Entleerung von individual-physiologischen Faktoren, von der Ausbildung der *Gerlach*schen Klappe, bzw. der Weite der cökalen Öffnung des Wurmfortsatzes ab, worauf *Rößle* und *Aschoff* verschiedentlich hingewiesen haben. Über die Frage, ob ein mit Kontrastbrei gefüllter Wurmfortsatz normal oder krankhaft verändert sei, herrscht mehr Klarheit. Wenige, wie *Rapporport* u. a., sehen in der Tatsache der Füllung den Beweis einer erkrankten Appendix. Andere dagegen nur dann, wenn diese mehr als 48 St. gefüllt ist. Die weit größere Zahl der Untersucher spricht sich jedoch dafür aus, daß die Füllung an und für sich gar nichts beweise, sondern daß höchstens deren Art, ihre Form und die Beweglichkeit des Kontrastbildes bei Verschieben des Cöcums zu diagnostischen Zwecken verwendet werden könne.

Noch dürftiger sind die Auskünfte, welche die Chirurgen über Beobachtungen während Bauchoperationen geben.

Meißel, Schneider, Hosemann und *Oberst* geben an, langsame Verkürzungen des Organs bei Laparotomien gesehen zu haben.

Dgl. hat Prof. *Henschen*, wie er mir freundlichst mitteilte, wurmartige Krümmungen der Appendix während der Operation gesehen.

Der Grund dieser seltenen Mitteilungen mag darin zu suchen sein, daß im Interesse des Kranken die Operation rasch durchgeführt wird. Nicht zuletzt ist aber an eine Hemmung der Appendixbewegung zu denken, wie sie *Hotz* für den Darm, auf sensiblen Wege zustande kommend, mehrfach mitgeteilt hat. Tatsache ist jedenfalls, daß der Wurmfortsatz, worauf *Rößle* schon hingewiesen, stark unter Schockerscheinungen leidet.

Die röntgenologische Untersuchung über die Bewegung der Appendix geben uns nicht mehr Klarheit. Wohl sind alle Beobachter darin einig, daß sie sich entleert, wenn auch über den Zeitpunkt der Entleerung starke Meinungsverschiedenheiten herrschen, besonders darüber, ob während einer Verdauungsperiode die Entleerung eine einmalige oder mehrmalige sei.

Cohn nimmt eine weitgehende Eigenbewegung der Appendix während der Verdauungsperiode an, und zwar in diesem Sinn, daß sie passiv vom Cöcum her gefüllt werde und aktiv sich entleere.

Die Bewegungen der Appendix vor dem Röntgenschirm haben mehrere Untersucher beobachtet.

Ricker berichtet über eine lebhafte Peristaltik. Ihm zunächst kommen *Alwens* und *Henzelmann*, welche sie nicht selten, bzw., „wenn man sich die Mühe dazu nimmt", gesehen haben. *Gottheiner* beobachtet sie nur, wenn es sich um mehr als 8 cm lange Wurmfortsätze handelt, sieht sie dagegen bei erkrankten Appendices häufiger. Ähnlich wollen u. a. *Jaisson* und *Biermann* die Peristaltik nur für den krankhaft veränderten Wurmfortsatz gelten lassen, während *White, Childs* und *Henzelmann* die Segmentation (rosenkranzartige Füllung) nicht als Peristaltik, sondern als Hypertonus gedeutet wissen wollen. In gleicher Weise hat *Ruf* nie eine Peristaltik beobachtet. Andere Arbeiten sprechen wohl von Bewegungen des Wurmfortsatzes, von Entleerung, Hypermotilität und Spasmen derselben, ohne aber näher über die Art, wie diese zustande kommen, zu berichten.

b) Beobachtung von Wurmfortsatzbewegungen in Hernien.

Klein und *Jalagier* beschreiben je einen Fall von Skrotalhernie beim Kleinkind, wo neben Darmschlingen die Appendix als harter Strang fühlbar war. Schon leichte Palpation führte zu Erektion und Krümmungen, welche nach einiger Zeit wieder verschwanden, jederzeit aber willkürlich wieder ausgelöst werden konnten, so sicher, daß die Diagnose „Appendix im Bruchsack" ohne weiteres gestellt wurde.

c) Invagination der Appendix. Sie ist ziemlich selten, bedarf jedoch in diesem Zusammenhange kurzer Erwähnung, da sie zur motorischen Tätigkeit des Wurmfortsatzes in enger Beziehung steht.

Eine Aufstellung von *Szenes*, welche alle bis 1922 veröffentlichten Fälle

umfaßt, zählt 53 Invaginationen des Wurmfortsatzes auf, die sich in folgende Gruppen einteilen lassen:

1. Invagination in sich selbst:

Ein einziger Fall von *Kuß* und *Guimbellot*, bei dem der mittlere Teil des Wurmfortsatzes sich in eine an der Spitze befindende tuberkulöse Zyste einstülpte.

2. Wandständige oder teilweise Invagination ins Cöcum:

a) Ohne Beteiligung der Cökalwand.

Unter dieser Gruppe führt *Szenes* zwei Fälle auf, mit vollständiger Inversion des Wurmfortsatzes, die in einem Falle agonal eingetreten sein dürfte, im zweiten durch Ascaris herbeigeführt sein soll (*Potoschnik*, *Hohmeier*). Zu diesen gesellt sich ein dritter Fall, von *Brin* und *Fruchard* beschrieben, wo die Appendix so weit invaginiert war, daß die Spitze derselben im Cöcum neben der *Gerlach*schen Klappe auftauchte.

b) Mit Beteiligung der Cökalwand.

Hierüber liegen 16 Fälle basaler Invagination vor, wobei die zugleich bestehende Invagination des Cöcums meist schwach war; nur in drei Fällen erreichte das Intussusceptum die *Bauhin*sche Klappe.

3. Appendiculo—(ileo)—cökale Invagination in das Colon.

27 Fälle, wo neben der fast durchweg basalen Invagination des Wurmfortsatzes eine Invagination des Cöcums bzw. des Ileums und Cöcums bestand.

4. Fälle mit unvollständigen Angaben.

7 Fälle, die in der Lit. nur als Appendixinvagination bezeichnet wurden.

Die Invagination des Wurmfortsatzes treten hauptsächlich in der anglo-amerikanischen Rasse auf ($^2/_3$ der Fälle).

Hinsichtlich des Alters betrafen $^2/_3$ der Fälle Kinder bis zu 10 J.

Von allen Fällen waren $^2/_3$ männlich.

Eine familiäre Disposition bestand insofern, als Geschwister oder Verwandte an anderen Darminvaginationen litten.

Begünstigend für das Zustandekommen der appendikulären Invagination kommt anatomisch trichterförmiger Abgang des Wurmfortsatzes, Ansatz am tiefsten Punkte des Cöcums und vielleicht geringe Entwicklung der *Gerlach*schen Klappe in Frage.

Über die Mechanik der Appendixinvagination gehen die Ansichten stark auseinander.

Während *Wilms* und *Aschoff* den Vorgang als sekundär ansehen, sind *Szenes*, *Potoschnik*, *Klein* u. a. der Ansicht, daß die Peristaltik des Wurmfortsatzes die Hauptrolle spielt, sich dieser zuerst einstülpt (primäre Invagination). Die sekundäre Invagination anerkennen sie nur für Fälle, wo das Intussusceptum hoch in das Colon asc. hinaufreicht. Bei der sekundären Invagination stülpt sich nach *Aschoff* das Cöcum zuerst ein, wobei der Wurmfortsatz vorerst nicht invaginiert, mitgenommen wird. Erst dann wird er durch den Druck des ihn umgebenden Cöcums ganz oder teilweise umgestülpt. Die Schwellung der Schleimhaut, die durch Stauung bei beginnender „passiver" Invagination eintritt, kann die Peristaltik anregen und diese dann die Invagination beschleunigen oder vervollkommen. *Blauel* ist

ähnlicher Ansicht, indem er in allen Fällen von höher reichender cökaler Invagination die Einstülpung des Wurmfortsatzes als sekundär ansieht, die Peristaltik dagegen als Hauptursache, den Druck des Cöcums von außen nur als Hilfsmoment (Stauung und Schwellung der Schleimhaut) betrachtet.

Für die primäre Invagination kommt, wenn wir von einem Falle von *Hohmeier* absehen, wo durch das Hinausgleiten eines in den Wurmfortsatz eingedrungenen Ascaris die Inversion verursacht wurde, nur die Peristaltik als treibende Kraft in Frage. Sicher gilt dies vom Falle agonaler Invagination (*Potoschnik*) und von den Fällen, wo an derselben das Cöcum nicht beteiligt war, wenngleich die Möglichkeit offengelassen werden muß, daß nach sekundärer Invagination eine Desinvagination des Cöcums denkbar ist, wobei die Einstülpung der Appendix bestehen bleiben kann. Dagegen spricht allerdings, daß fast immer, wenn die Appendix invaginiert war, die Ringmuskelschicht stärker als gewöhnlich ausgebildet gefunden wurde. Diese Hypertrophie muß als Folge einer vermehrten Tätigkeit der Ringmuskulatur angesehen werden, um so mehr, als Invaginationen des Wurmfortsatzes selten vereinzelt, sondern gehäuft auftreten. Desinvaginationen sollen leicht vor sich gehen, so daß die Vorgänge wegen der allerdings erheblichen, aber kurz dauernden appendikulären Anfälle selten zu Gesicht des Arztes kommen (*Szenes-Blauel*).

Veranlassung zu primärer Invagination geben nach *Szenes* die Peristaltik stark anregende Reize, wie mechanische Hindernisse, Kotballen, entzündliche oder durch Stauung erzeugte Schleimhautschwellung, basalständige Zysten (*Schmidt*) und Pseudoinvagination, ein Mucosaprolaps in das Cöcum, der in diesem Falle durch Ausstoßen eines Kotsteins verursacht war. Ist einmal die Appendix ganz oder teilweise invaginiert, so treibt die Peristaltik des Cöcums, die durch die gleichmäßige Anordnung und kräftige Ausbildung der Ringmuskulatur desselben sehr stark ist, das Intussusceptum vor sich her, welches dann bis ins Transversum oder weiter absteigen kann.

Ob die primäre oder sekundäre Invagination die häufigere ist, bleibt danach unentschieden. Wahrscheinlich kommen beide Arten nebeneinander vor. Sicherlich spielt aber letzten Endes die Eigenbewegung des Wurmfortsatzes eine wichtige, wenn nicht ausschlaggebende Rolle.

Beobachtungen an der eventrierten Appendix.

Die diesbezüglichen Arbeiten lassen sich einteilen in solche über Beobachtungen der freien Appendix in körperwarmen physiologischen Lösungen und solche, die nach der *Magnus*methode, mehr oder weniger abgeändert, gemacht wurden. Über die Arbeiten der ersten Gruppe gibt am eingehendsten eine Arbeit von *Rößle* Aufschluß.

Rößle verwandte teils Leichenappendices kurz nach dem Tode, teils Operationspräparate, und fand stunden- bis tagelange Spontanbewegungen oder Reizbeantwortung in dieser Zeit. Die Bewegungen sind mannigfaltig. Hauptsächlich bestehen sie in Krümmungen und Streckungen über dem Mesenteriolumansatz. Daneben wurden Schnürringe hinter Kotballen und hin und wieder Ausstoßungen von Eiter und Schleim oder Kot beobachtet.

Mit Erhöhung der Temperatur stieg die Raschheit der Bewegungen. Die allerbesten Ergebnisse gaben Appendices, die mit dem Cöcum im Zusammenhang gelassen wurden. Die mechanische Arbeitsleistung des Präparates hing von der Ausbildung der Muskulatur ab, stand dagegen in keiner Beziehung zum Erkrankungsgrade der Appendix. Es reagierten u. a. perforierte Wurmfortsätze ebenso gut wie gesunde.

Zu wesentlich gleichen Resultaten kommen in Nachprüfungen der *Rößle*schen Versuche *Aschoff* und *Pokorny*, betonen jedoch, daß sie keine Peristaltik beobachtet und auch weniger oft und weniger lebhafte Bewegungen als *Rößle* gesehen haben.

Untersuchungen über die Bewegung der Appendix haben nach der Original-*Magnus*methode *Rößle* und *Holm* angestellt.

Rößle fand ungleichmäßige Kurven und kein gesetzmäßiges Verhalten, während *Holm* auf Grund seiner Ergebnisse angibt, daß die Kurven am ehesten solchen, wie sie vom Hundedarm gewonnen werden, gleichen: „Unregelmäßige Tonusschwankungen mit aufgesetzten Pendelbewegungen."

Apparatur.

Zur Aufnahme der Kurven wurde ein *Jaquet*sches Kymographion mit Sekundenzeitschreiber verwandt. Die Bewegungen des Präparates wurden von Stirnschreibern übertragen. In Fällen, in denen die Versuchsanordnung eine winklige Abknickung eines die Bewegung übertragenden Fadens nötig machte, diente dazu eine an einem Bleidraht befestigte, ins Bad eingetauchte Rolle. Als Bad wurde ein Becherglas von 300 ccm bei senkrecht oder eine Kristallisationschale von 400 ccm bei wagerecht eingespanntem Präparat verwandt. Die Temperatur wurde mit einem Mikrobrenner durch Handregulierung in Grenzen von weniger als einem halben Grad konstant gehalten, zur Lüftung Medizinalsauerstoff durch eine so fein ausgezogene Kanüle eingeleitet, daß der Durchmesser der aufsteigenden Blasen unter $^1/_2$ mm betrug. Zur Befestigung des Präparates im *Ringer*bade diente ein eingetauchtes, rechtwinklig abgebogenes Glasrohr, an das kleine Häkchen angeschmolzen wurden. Diese Anordnung gestattete ein schonenderes Befestigen des Präparates, da der Befestigungsfaden einfach um die Häkchen herumgeführt und am aufsteigenden Schenkel des Halters angebunden werden konnte. In Versuchen, bei denen der Druck im Lumen der Appendix gesteigert werden sollte, wurde, wenn der Wurmfortsatz an der Basis befestigt sein durfte, ein gebogenes, am Ende mit einer Olive von etwa 3 mm Durchmesser versehenes Glasrohr verwandt. Dieses war durch einen langen Schlauch mit einem in der Höhe verschiebbaren Gefäß verbunden. Sollte dagegen das proximale Ende des Wurmfortsatzes frei beweglich sein, wie bei der Ringmuskelschreibung zweier Stellen, so wurde eine leichte Kanüle in den Wurmfortsatz eingebunden, welche ihrerseits mit der erwähnten festen Kanüle durch einen 6 cm langen, dünnen Gummischlauch (Veloventilschlauch) verbunden war. Zur faradischen Reizung diente ein Netzanschlußgerät, bei dem im Primärkreis ein elektrisches Signal in Serie geschaltet war. Die Reizelektroden bestanden aus zwei zangenförmig gegeneinander gebogenen dünnen Kupferdrähten, die bis zur Spitze durch dünnen Gummischlauch isoliert waren. Die zangenförmige Anordnung wurde gewählt, um bei vielleicht mangelhafter Isolation ein Auftreten von wirksamen Stromschleifen möglichst zu vermeiden. Der Reiz wurde durch Schließen des Primärkreises erzeugt.

Methodik.

Zu Beginn der Versuchsreihe wurde im wesentlichen nach der *Magnus*methode gearbeitet.

Ein 2—3 cm langes Stück der Appendix wurde an beiden Enden durch Serosa und Muscularis angeschlungen, der eine Faden am Halter im Bade befestigt, der andere zum Stirnschreiber geführt.

In anderen Versuchen wurde die ganze Appendix, indem der eine Faden an der Basis, der andere an der Spitze angeschlungen war, zur Registrierung der Längsmuskelbewegung verwandt.

Wegen ungenügenden Ergebnissen änderten wir die Methode in folgender Weise ab: Der Wurmfortsatz wurde mit der basalen Öffnung über eine Kanüle gebunden, durch die *Ringer*lösung unter verschieden hohem Druck in das Lumen eingelassen werden konnte. Die Druckerhöhung stellt ohne Zweifel einen nicht unphysiologischen Reiz dar.

Der Druck, der normalerweise im Lumen der Appendix herrscht, setzt sich aus dem hydrostatischen Druck der halbflüssigen Kotsäule des Ascendens und dem durch die Wandspannung des Cöcums erzeugten zusammen. Diesem Innendrucke steht von außen das Gewicht eines Teils der Bucheingeweide entgegen, welches sich aber individuell (Mesenterialverhältnisse) und nach der Körperlage stark ändert. Zahlen über den Innendruck des Wurmfortsatzes lassen sich kaum schätzen, da er sich je nach Spannung und Füllung des Cöcums stark ändert.

Um die Appendix gestreckt zu erhalten, mußte ein Zug von ungefähr 4 g an der Spitze angewandt werden, welcher ungefähr das Fünffache des bei Darmversuchen üblichen Zuges darstellt.

Näher an die Frage heranzutreten, wie weit dieser konstante Reiz unphysiologisch ist, schien uns nicht möglich, da für experimentelle Zwecke die Appendix ein zu launenhaftes Präparat abgibt.

Mit dieser zweiten Methode gestalteten sich die Versuche wie folgt:

Die Operationspräparate wurden sofort nach Übernahme in zimmerwarme, sauerstoffdurchperlte *Ringer*lösung gebracht, wo sie bequem beobachtet werden konnten. War es nicht möglich, die Versuche sofort nach der Operation durchzuführen, so wurden die Präparate bis dahin trocken, in einem mit Wattepfropf verschlossenen Reagensglas, bei Zimmertemperatur, höchstens bis zu 1 St., oder im Eisschrank aufbewahrt, wenn die Versuche erst mehrere Stunden später durchgeführt werden konnten. Nach dem Verweilen im zimmerwarmem *Ringer*bad wurde in der Regel im Verlauf von 30 Min. mit einem Mikrobrenner auf 39 Grad angewärmt. Inhalt, der spontan nicht ausgestoßen wurde, mußte, um ein Verstopfen der Kanüle zu verhindern, sanft ausgeknetet werden. Von diesem Punkte ab ändert sich das Verfahren je nach Zweck des Versuches.

1. Längsmuskelschreibung von einer Stelle aus:

Die basale Öffnung des Wurmfortsatzes wird über die mit dem Druckgefäß verbundene Kanüle gebunden, dann ein Faden, je nach Zweck des Versuches, in Basisnähe, in der Mitte oder an der Spitze durch Serosa und Muscularis angeschlungen. Der Innendruck wurde durch Verschieben des Druckgefäßes in der Regel auf 20—30 cm Wassersäule, selten bis 100 cm eingestellt. Nach Wegnahme des Druckes wurde eine Verlegung der Kanüle

angenommen, wenn in derselben durch Appendixinhalt getrübte *Ringer*-lösung nicht sichtbar ward.

2. Längsmuskelschreibung von zwei Stellen aus:

Die Befestigung des Wurmfortsatzes war dieselbe wie oben. Jedoch wurden zwei Fäden, einer in der Mitte, ein zweiter an der Spitze, durch Serosa und Muscularis angeschlungen. Jeder der beiden Fäden führte zu je einem Stirnschreiber (Abb.). Die Belastung des Schreibhebels, welcher die Bewegungen der Spitze aufnahm, betrug 4 g. Derjenige, welcher die der Mitte übertrug, war nur soweit belastet, daß ein richtiges Arbeiten sichergestellt war (kleinstes Übergewicht). Von den beiden erhaltenen Kurven gibt die der Spitze die Längskontraktionen der gesamten Längsmuskulatur des Wurmfortsatzes wieder, die der Mitte nur die Bewegungen der basalen Hälfte.

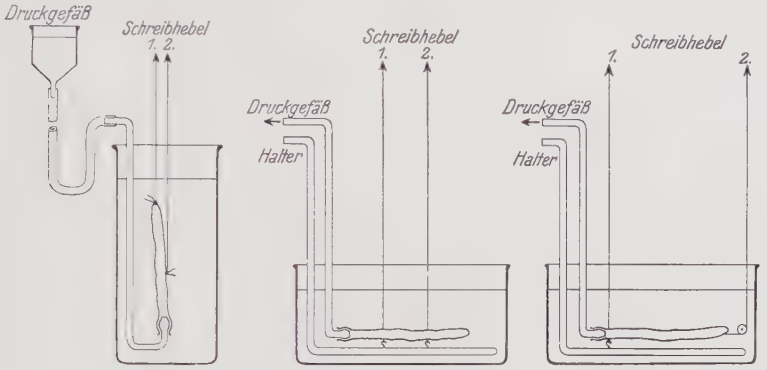


Abb. 1. Schema der Versuchsanordnung.

Längsmuskelschreibung von zwei Stellen. Ringmuskelschreibung von zwei Stellen Gleichzeitige Längs- u. Ringmuskelschreibung

Die Kurve der distalen Wurmfortsatzhälfte wird, wie erwähnt, durch graphische Subtraktion erhalten.

3. Ringmuskelschreibung:

Diese wurde mit einer Ausnahme im Vorversuch immer von zwei Stellen aus geschrieben. In diesen Versuchen mußte die Beweglichkeit der Basis durch eine besondere Versuchsanordnung gewährleistet werden, damit die Längsmuskelkontraktion nicht störend eingriff. Die zu registrierenden Stellen wurden in der Regel an der Grenze des basalen zum mittleren und an der zum distalen Drittel gewählt. Die an der Mesenteriolumseite angeschlungenen Fäden wurden zum eingetauchten Halter, die gegenüberliegenden zu den Stirnschreibern geführt (Abb.). Bei der Befestigung am Halter mußte darauf geachtet werden, daß der Abstand zwischen den beiden befestigten Stellen groß genug gewählt wurde, damit maximale Kontraktionen der Längsmuskulatur in die Versuche nicht störend eingriffen.

4. Kombinierte Längs- und Ringmuskelschreibung.

Der Wurmfortsatz wurde, wie gewöhnlich, über die Druckkanüle eingebunden, dann ein Faden ungefähr in der Mitte der distalen Hälfte angeschlungen, außerdem zwei weitere sich gegenüberliegende Fäden in unmittelbarer Nähe der Basis. Diese sonst zur Ringmuskelschreibung nicht

verwandte Stelle in Basisnähe wurde gewählt, um Störungen, die sonst durch die Längskontraktionen entstanden wären, zu vermeiden. Die Ringmuskelbewegung wurde direkt übertragen, während der Faden, der die Längsmuskelkontraktion übertrug, über eine eingetauchte Rolle rechtwinklig abgeknickt zum Stirnschreiber geführt wurde (Abb.).

5. Elektrische Reizung.

Diese wurde nur in einem Falle durchgeführt, bei Ringmuskelschreibung von 2 Stellen aus. Gereizt wurde teils bei eben wirksamem, teils bei halb so großem Rollenabstand. Die Elektrode wurde einmal im Querschnitt angelegt oder nur so, daß eine kleine Stelle der Serosa gereizt wurde. Für unsere Zwecke hatten beide Verfahren den gleichen Erfolg.

Spontanbewegungen der freien Appendix.

Vor Beginn der Versuche wurde jede Appendix in eine Schale mit *Ringer*lösung zuerst bei Zimmertemperatur und dann bei Körpertemperatur beobachtet. Dadurch konnten einmal die Beobachtungen von *Rößle* und *Aschoff* bestätigt werden. Überdies aber interessierte, ob zwischen Spontanbewegungen der freien und den Bewegungen der in der Apparatur befestigten Appendix eine Beziehung besteht, ob von Appendices mit guter Spontanbewegung auch gute Kurven erhalten werden.

In Bestätigung dieser Vermutung erhielten wir unter 10 Wurmfortsätzen, die sich frei gut bewegten, nur eine einzige schlechte Kurve. Unter den übrigen 6 Wurmfortsätzen unserer Versuchsreihe erhielten wir von Wurmfortsätzen mit schlechter Spontanbewegung im Beobachtungsbade immer unbrauchbare Kurven, meist nur einmalige Spontankontraktionen oder überhaupt nur Reizbeantwortung.

Bei Auswahl des Materials wurde chronisch erkrankten Wurmfortsätzen der Vorzug gegeben. Von akut entzündeten wurde nicht viel erwartet. Gesunde waren nicht erhältlich.

Unter den chronischen Appendices zeigten 8 gute Spontanbewegung, und diese gaben, mit einer Ausnahme, gute Kurven. Von den übrigen drei zeigten eine gar keine, zwei nur ganz geringe Bewegungen, mit entsprechenden, nur auf Reize antwortenden Kontraktionskurven.

Zwei akut entzündete Appendices hatten nur äußerst geringe Spontanbewegungen mit entsprechenden Kurven, während zwei weitere Wurmfortsätze, von denen der eine vor 10, der andere vor 3 Mon. eine schwere akute Entzündung durchgemacht hatte und die beide starke Wandveränderungen zeigten, gute Spontanbewegungen und gute Kurven abgaben.

Endlich wurde ein Wurmfortsatz untersucht, der histologisch keine Zeichen von Entzündung zeigte, aber Beschwerden unbe-

stimmter Natur verursacht hatte. Sein Lumen war mit Kot ausgefüllt. Spontanbewegungen waren nicht zu beobachten und entsprechend keine Kurven zu erhalten.

Unsere Beobachtungen über Spontanbewegungen bestätigten vor allem die Angaben *Rößles*, soweit dies uns mit Rücksicht auf unser zahlenmäßig geringes Material zusteht. Jedenfalls konnten wir die Bewegungen des Operationspräparates sehr oft beobachten. Sahen wir doch unter Berücksichtigung der nur deutlich sichtbaren Spontanbewegungen diese unter 16 Fällen 10 mal. Von den restlichen 6 Präparaten zeigten 5 geringe Bewegungen oder nur schwache Gestaltänderung. In diesen Fällen konnte allerdings der Vorgang der Veränderungen nicht sicher, sondern nur der wechselnde Abstand zwischen Spitze und Basis gemessen werden. Nur ein einziger Wurmfortsatz zeigte keine Spontanbewegung, sondern nur Reizbeantwortung, in dem auf Quetschen des cökalen Endes sich eine über dem Mesenteriolumansatz bestehende Krümmung ausglich, um nach 3 Min. wieder zu erscheinen.

Sieht man unter den Appendices mit schlechter Spontanbewegung von den beiden schwer akut entzündeten ab, so ist ein Grund für das Verhalten nicht ohne weiteres ersichtlich. Die Wandung dieser Wurmfortsätze war meist wenig verändert. Ein einziger wies ausgedehnte Narben der Wand auf; auch war sein Lumen fast vollständig obliteriert. Während Appendices, deren Muskulatur kaum oder gar nicht verändert war, keine Spontanbewegung abgaben, erhielten wir von zwei sehr schwer veränderten Präparaten, bei denen Abszesse der Wandung aufgetreten waren, sehr gute Kurven.

Über die Beziehung: Spontanbeweglichkeit und Inhalt des Wurmfortsatzes gestattet unser kleines Material keine Schlüsse.

Wir fanden unter 9 gefüllten Wurmfortsätzen 6, unter 6 leeren 3 mit guter Spontanbewegung. Während es sich bei den gefüllten, spontan sich gut bewegenden Wurmfortsätzen meist um geformten Inhalt handelte, war er bei 2 von den 3 schlecht sich bewegenden dünnflüssig, im einen Falle, oder stellte eine einheitliche Kotsäule dar, im zweiten Falle.

Die Eigenbewegung der freien Appendix ist ein Krümmen über dem Mesenteriolumansatz, indem sich die Spitze der Basis nähert, jedoch in einer Schraubenlinie, in der Weise, daß Spitze und Basis sich auch bei stärkster Krümmung nicht berühren, sondern übereinanderstehen. Ist die Krümmung sehr stark, so verläuft damit gewöhnlich eine Verkürzung des ganzen Organs in Längsrichtung, wobei es sich in wenigen Fällen zugleich noch um ein Viertel bis ein Drittel um seine eigene Längsachse dreht.

Dieser ganze komplizierte Krümmungsvorgang verläuft in der Regel gleichmäßig. In wenigen Fällen, wo die Krümmung jedoch sehr stark war, war der Vorgang insofern unstetig, als er sich plötzlich etwas rascher, dann wieder langsamer abspielte, vergleichsweise: „geradeso, als ob der Wurmfortsatz eben einen Widerstand überwunden hätte oder gegen einen solchen ankämpfte".

Rößle berichtet über ähnliche ruckartige Bewegungen der Appendix.

Krümmung und Streckung bilden zusammen eine Periode; d. h. die Vorgänge sind ziemlich regelmäßig, und die beiden Bewegungsrichtungen lösen sich fast stets an einem bestimmten Punkte ihres Weges ab, zeigen also zeitlich bestimmte Maxima. Die Geschwindigkeit des Vorgangs hängt von der Appendix selbst, außerdem aber deutlich von der Temperatur ab. In der Regel betrug die Zeit für eine Periode 3 Min. Immerhin wurden Extreme von 20—30 Sek. und andererseits bis zu 4 Min. gefunden.

Unter Appendices mit kurzer Periodendauer fand sich eine einzige, die sich über die dem Mesenteriolumansatz gegenüberliegende Seite krümmte. Ihre ganze Ringmuskulatur kontrahierte sich mehrfach gleichzeitig, allerdings ohne Wirkung auf einen im apikalen Lumen sich befindenden Kotballen. Es handelte sich um ein außerordentlich zähes Präparat, das $4^3/_4$ St. trotz mehrmaligem Wechsel der Versuchsanordnung gut zu gebrauchen war.

Ein anderer Wurmfortsatz mit nur 30 Sek. Periodendauer zeigte diese raschen Perioden nur einige Male, während die meisten im Durchschnitt in $1^1/_2$ Min. abliefen. Die Krümmung war die übliche, jedoch ohne deutliche schraubenartige Verdrehung.

Ein anderer Fall mit auffallend kurzer Krümmungsperiode betrifft eine chronisch erkrankte Appendix, die sich in ihrer Länge stark verkürzte und eine Kotsäule auf eine Strecke von 5 mm aus dem Lumen vortrieb.

Kontraktionen der Ringmuskulatur wurden außer dem oben erwähnten Falle nie deutlich beobachtet. Nie sahen wir ringförmige Kontraktionen, auch nicht hinter Kotballen; sondern, wenn sie auftraten, betrafen sie meist größere Abschnitte des Präparates. Vorgemerkt sei an dieser Stelle, daß gerade die Fälle, wo fester Inhalt ausgestoßen wurde, eine Verengerung des Wurmfortsatzes nie deutlich zeigten.

Unter 6 Präparaten, deren Lumen Kot enthielt, und welche gute Spontanbewegungen hatten, wurde nur einmal ein Kotballen spontan völlig ausgestoßen. Es war einer der schwer veränderten Wurmfortsätze. Seine Periodendauer schwankte zwischen 2 und 4 Min. Auch zeigte er schon in zimmerwarmer *Ringer*lösung schwache, in körperwarmer *Ringer*lösung sehr starke Bewegungen. Nach 13 Min. langem Verweilen im warmen Bade wurde einer von drei im proximalen Lumen sich befindenden Kotballen unter starken Krümmungen und gleichmäßiger Verkürzung des ganzen Organs auf

$^2/_3$ seiner Länge ausgestoßen, ohne daß eine ringförmige Kontraktion hinter dem Kotballen zu beobachten war. Dieser Wurmfortsatz gab eine der brauchbarsten Kurven ab.

In einem zweiten Falle wurde ein Kotballen erst, nachdem das von der Operation her gequetschte Ende etwa 2 mm proximal von ihm abgetrennt war, nach 10 Min. zur Hälfte aus dem Lumen vorgetrieben, ohne aber in weiteren 10 Min. weiter vorzurücken. Es handelte sich um einen chronisch erkrankten Wurmfortsatz mit normaler Bewegungsform in regelmäßigen Perioden von 3 Min. Dauer.

Der dritte Fall betrifft einen Wurmfortsatz mit Krümmungsperioden von 30 Sek. bis $1^1/_2$ Min. Ein kleiner Kotballen, der bei der anfänglichen Visitation übersehen worden war, trat während einigen raschen kräftigen Krümmungen aus dem Lumen vor, ohne aber in den folgenden 25 Min. ganz auszutreten. In diesem Fall war leider versäumt worden, das von der Operation her gequetschte Ende abzutrennen.

In einem vierten Falle wurde eine im proximalen Lumen sich befindende, ziemlich harte Kotsäule im Laufe von 10 Min. um 5 mm aus dem Lumen vorgeschoben. Auch hier konnte in den folgenden 20 Min. kein weiteres Heraustreten beobachtet werden. Es war eine Appendix mit ebenfalls kurzer Krümmungs- und Streckungsperiode und starker Kontraktion der gesamten Ringmuskulatur der distalen Hälfte.

Unsere Beobachtungen bestätigen also die von *Rößle* und *Aschoff*. Inhaltsbewegungen scheinen demnach wenigstens an der eventrierten Appendix sehr langsam vor sich zu gehen, selbst in Fällen, wo die Bewegungen sehr ausgiebig und kräftig waren und Kontraktionen der Ringmuskulatur größerer Strecken aufwiesen.

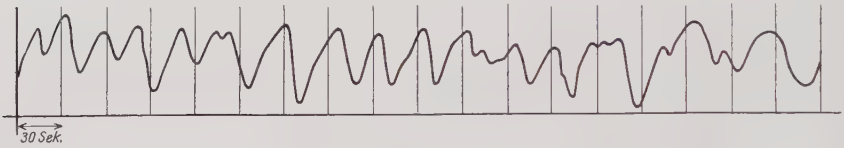
Untersuchungen der Appendixbewegungen nach der *Magnus*methode.

Deutbare Resultate erhielten wir nie, wenn nach der Original-*Magnus*methode der ganze Wurmfortsatz oder Stücke desselben untersucht wurden. Meist konnten wir nur vereinzelte Bewegungen in Intervallen von 4—9, bei Extremen von $2^1/_2$—12 Min. erhalten. Der Form nach waren es raschere Kontraktionen und langsamere Dilatationen. Das Maximum der Kontraktion wurde im Durchschnitt nach 22 Sek., bei Extremen von 15—27 Sek. erreicht, während der Dilatationsvorgang im Durchschnitt 61 Sek., bei Extremen von 45—75 Sek. beanspruchte. Mechanische Reize lösten nach Form und Dauer gleiche Kontraktionen aus. Zu diesen Einzelkontraktionen kommen Tonusschwankungen von sehr unregelmäßigem Charakter und langer Dauer, welche sich nach unserer Methode nur schätzen ließ. Es handelte sich um Zeiten von sicher mehr als $^1/_2$ St. In ihrer Höhe übertreffen die Tonusschwankungen die Einzelkontraktionen um ein Vielfaches.

Längsmuskelschreibungen.

Trotz aller Bemühungen, mit dem erwähnten Verfahren regelmäßige Kontraktionen zu bekommen, was auch mit Pharmaka, wie Physostigmin und Pitoglandol, nicht erreicht wurde, außer daß die Tonuserhöhungen rascher anstiegen, mußten wir annehmen, daß unsere Präparate entweder keine Automatie besaßen oder aber diese schwer geschädigt war (Isolierung vom Cöcum), so daß wir genötigt waren, zu einem Verfahren überzugehen, das möglicherweise einen konstanten Reiz darstellt, wie wir unter Methodik bereits beschrieben haben.

Mit diesem neuen Verfahren erhielten wir während längerer Zeit, bis zu 30 Min., verhältnismäßig regelmäßige Kontraktionen bei einer Gesamtversuchsdauer von 2—3 St. Ohne Erhöhung des Innendrucks waren regelmäßige Kurven nur dann zu erhalten, wenn vorher wenigstens einmal ein erhöhter Druck bestanden hatte. Wir müssen darauf verzichten, eine Ansicht über den Grund dieses Verhaltens zu äußern, und wollen nur einige



Längsmuskelkurve der ganzen Appendix. Regelmäßige „Pendelbewegungen" mit zahlreichen Zwischenzacken. (Kontraktionsmaxima nach unten gerichtet).

Möglichkeiten aufzählen: die Masse des Wassers, sein Reibungswiderstand in der Kanüle, die nicht mehr physiologische, weil durch Kot und Blut verunreinigte *Ringer*lösung, welche außerdem nicht mit Sauerstoff durchperlt werden konnte und deshalb einen Wasserionenexponenten von 7,1 statt 7,8 bis 7,9 hatte. All das kann für sich allein oder zusammen einen konstanten, in seinen Komponenten nicht leicht kontrollierbaren Reiz darstellen.

1. Längsmuskelschreibung von einer Stelle aus.

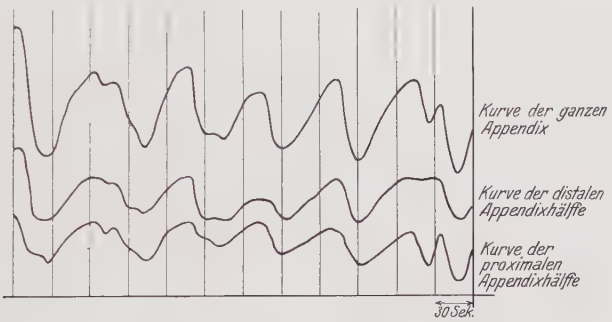
Wenn von regelmäßigen Kontraktionen gesprochen wurde, so gilt dies nicht so, wie man von regelmäßigen Dünndarmkurven nach der *Magnus*methode spricht. Es konnte eine Appendix plötzlich völlig versagen, während sie vorher regelmäßige Kontraktionen machte. Außerdem gleicht durchaus nicht immer eine Welle der andern. Auch kann ein regelmäßiger Typus plötzlich in einen unregelmäßigen übergehen. Der geringste Grad solcher Störungen sind Zwischenkontraktionen; sie verlängern den Abstand zwischen zwei Kontraktionen, ohne daß ihnen zeitlich der Wert einer Kontraktion zukäme. Sie können einzeln oder gehäuft auftreten oder in anderen Fällen eine Folge von Kontraktionen darstellen, die unter sich nach Dauer und Größe nicht gleich sind, sich aber als Gruppen mehrfach regelmäßig wiederholen (Abb.). Dieser Typus bildet einen Übergang zu ganz unregelmäßigen Kurven, die aus bald kleinen, bald großen, rascher oder langsamer ablaufenden Einzelkontraktionen bestehen. Brauchbare Kurven wurden meist bei niedrigem Drucke von 10—20 cm Wassersäule oder ohne erhöhten Innendruck bei Temperaturen von 39—40 Grad erzielt. Bei hohen Drucken

von 40—80 cm Wasser waren die Kurven immer unregelmäßig. Im zeitlichen Ablauf wechseln Kontraktionswellen individuell und mit der Temperatur sehr stark. So dauerte z. B. bei einem Wurmfortsatz bei 40 Grad eine Kontraktion und Dilatation zusammen 18 Sek. i. D., während ein anderer unter denselben Umständen zu dem gleichen Vorgang 27 Sek. brauchte.

Die Kontraktionsdauer bei steigender Temperatur stellt graphisch einen Teil einer Parabel dar, entsprechend der, wie sie *Magnus* für den Dünndarm gefunden hat. Es beträgt z. B. i. D. die Dauer für eine Kontraktionswelle bei 37 Grad 72 Sek., bei 38 Grad 42 Sek., bei 39 Grad 27 Sek., bei 40 Grad 18 Sek.

Längsmuskelschreibungen, von zwei Stellen aus aufgezeichnet.

Verfolgte man in diesen Versuchen die Bewegung der Schreibhebel, von denen der eine die Längskontraktion der ganzen Appendix, der andere die

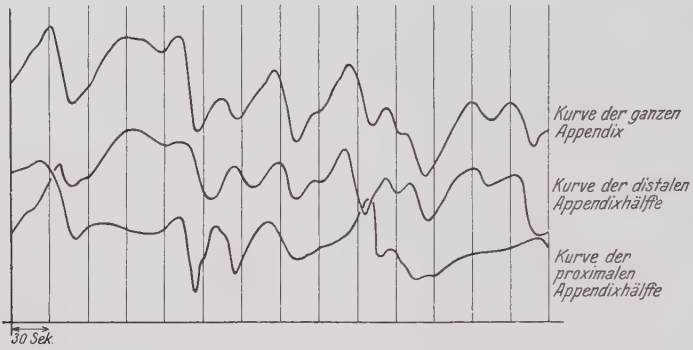


Registrierung der Längsmuskelbewegungen von zwei Stellen aus. Beispiel von guter Übereinstimmung der beiden Appendixhälften. (Kontraxionsmaxima nach unten gerichtet.)

der basalen Hälfte übertrug, so fiel stets auf, daß die Bewegungen fast ausnahmslos gleichsinnig verliefen. War der Innendruck gering, höchstens 10 cm Wasser oder null, so glichen sich die Kurven der beiden Hälften in der Form ganz (Abb.). Dagegen bestehen Differenzen in den Amplituden und im Tonus. Nicht immer aber wurden diese Resultate sicher erhalten. Es konnte vorkommen, daß eine Hälfte sich gar nicht bewegte, daß unter zahlreichen gleichsinnigen Ausschlägen plötzlich ein gegensinniger auftauchte, oder daß die Einzelkontraktionen der beiden Hälften untereinander zeitlich und der Form nach sich glichen, der Tonus der einen Kurve jedoch sich langsam erhöhte oder verminderte. Bei höherem Drucke (25—40 cm) waren die Teilkurven sehr ungleichmäßig und einander unähnlich. In Fällen, wo die Ausschläge sehr stark waren, verliefen bei niedrigem wie bei hohem Drucke die Kontraktionen der beiden Wurmfortsatzhälften immer gleichmäßig, und die Maxima beider Kurven wiesen keine oder nur sehr geringe zeitliche Verschiebungen auf (Abb.).

Aus dieser Serie läßt sich mit Sicherheit nur entnehmen, daß bei gleichmäßigen oder bei sehr starken Kontraktionen der Wurmfortsatz sich in allen Abschnitten seiner Längsmuskulatur allgemein gleichzeitig zusammenzieht.

Daneben bestehen aber, was aus der Formunregelmäßigkeit geschlossen werden muß, Teilkontraktionen von Abschnitten, die kleiner sind als der halbe Wurmfortsatz. Auf weitere experimentelle Aufteilung der Längskon-



Registrierung der Längsmuskelbewegungen von zwei Stellen aus. Beispiel einer schlechten Übereinstimmung der beiden Appendixhälften. (Kontraktionsmaxima nach unten gerichtet.)

traktion wurde verzichtet, weil wir annahmen, daß schon durch diese Methode das Trauma, das der mittlere Faden verursacht, eine Halbierung der Längsmuskulatur in funktioneller Hinsicht bedingt.

Ringmuskelschreibung, von zwei Stellen aus aufgenommen.

Allgemein erhielten wir bei weitem nicht so regelmäßige Kurven wie bei der Aufzeichnung der Längsmuskelbewegungen. Die regelmäßigen Kurven mit größten Einzelkontraktionen wurden bei einem mäßigen Innendruck von 10—20 cm Wasser erhalten. Bei nicht erhöhtem Druck waren sie immer etwas flach und die Maxima trotz deutlicher Kontraktion nicht scharf abgrenzbar.

Mit Erhöhung der Temperatur nahm die Größe der Amplituden meist zu, ebenso die Zahl der Kontraktionen in der Zeiteinheit.

Vergleiche beider Kurven ergaben keine sicheren Anhaltspunkte für Peristaltik, jedenfalls nie so deutlich, wie sie *Magnus* für den Darm gefunden hat. Bei mäßigem Drucke traten die Kontraktionen bei beiden Stellen manchmal zu gleicher Zeit, manchmal mit zeitlicher Verschiebung von 2—12 Sek., selten gegensinnig auf.

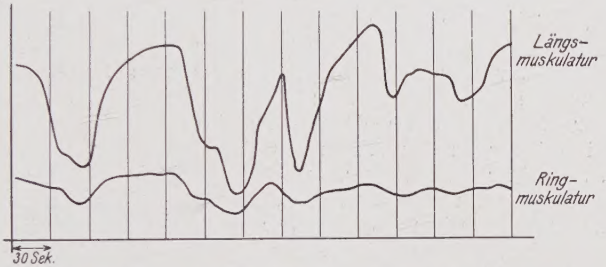
Während eine gewisse Zeitlang (etwa 6 Min.) die Anzahl der Kontraktionen dieselbe war und nur eine zeitliche Verschiebung von mehreren Sekunden auftrat, konnte in anderen Fällen die Anzahl der Kontraktionen an einer Stelle größer sein als an der anderen. Den geringsten Grad dieser Verschiedenheit zeigte ein Wurmfortsatz, dessen Ringmuskulatur z. B. in 6 Min. in der distalen Hälfte 14, in der proximalen Hälfte nur 13 Kontraktionen machte, interferenzartig, indem sich der Abstand gegen die gemeinsame Kontraktion hin zeitlich verkürzte, nach dieser sich wieder verlängerte. In der Regel waren aber die Zahl der Kontraktionen der beiden Stellen in

der Zeiteinheit sehr verschieden. In extremen Fällen verhielten sie sich wie 1 zu 2. Der Form nach, sowie der Größe nach glichen sich die beiden Kurven nie völlig. Während die eine Stelle kräftig sich kontrahierte, bewegte sich die andere fast gar nicht, welches Verhalten aber bei derselben Appendix mehrfach umgekehrt sein konnte. Bei höherem Drucke, bis 40 cm, waren die beiden Kurven besonders stark verschieden.

Zusammenfassend ergeben die Kurven keine deutliche oder doch sehr stark gestörte Peristaltik. Ihr Verhalten läßt eher den Schluß zu, daß die Ringmuskulatur sich mehr gleichzeitig kontrahiert. Rollbewegungen konnten nicht beobachtet werden.

Gleichzeitige Längs- und Ringmuskelschreibung.

Die Resultate dieser Serie sind insofern eindeutig, als bei einer kräftigen Längsmuskelkontraktion fast ausnahmslos eine Kontraktion der Ringmuskulatur parallel geht, vergleichbar der konzentrischen Kontraktion des Dickdarms (Abb.). Die zeitliche Verschiebung der beiden Kurven ist in den



Gleichzeitige Registrierung der Ring- und Längsmuskulatur. Beispiel einer ziemlich guten Übereinstimmung der Kurven. (Kontraktionsmaxima nach unten gerichtet.)

meisten Fällen verhältnismäßig gering. Sehr oft sind die Kontraktionen synchron. Wo zeitliche Verschiebung vorkommt, sind alle Fälle möglich. Es kann das Dilatationsmaximum gleichzeitig auftreten, dann das folgende Kontraktionsmaximum zuerst von der Ring- oder von der Längsmuskulatur erreicht werden, wie auch bei synchronem Kontraktionsmaximum das folgende Dilatationsmaximum von der einen oder anderen Muskelart zuerst erreicht werden kann.

Immerhin kommen auch in dieser Serie Verschiebungen vor, indem die Kurve der einen oder anderen Muskelart Zacken aufweist, welche der entsprechenden anderen Kurve fehlen, meist jedoch so, daß Kontraktionen der Längsmuskulatur keine Zacke der Ringmuskelkurve entspricht. Die Amplituden synchroner Kontraktionen entsprechen sich insofern, daß größeren Längskontraktionen größere Ringmuskelkontraktionen parallel laufen. Erhöhter Innendruck gibt meist unregelmäßigere Kurven ab. Bei höherer Temperatur wird die zeitliche Verschiebung größer, ungleichmäßiger, wogegen das Verhältnis der Zahl der Kontraktionen zueinander nicht beeinflußt wird. Ist die Längsmuskelkurve unregelmäßig, so ist die Synchronizität der beiden Kurven sehr ungleich.

Elektrische Reizung der Ringmuskulatur.

Die elektrischen Reizungen galten vor allem dem Nachweis des *Baylis*schen Gesetzes. Außerdem interessierte die Latenzzeit und die Refraktärperiode.

Letztere läßt sich am Wurmfortsatz deutlich nachweisen. Gleich starke und stärkere Reize wie diejenigen, welche Kontraktionen auslösen, hatten während des Kontraktionsvorganges im Maximum der Kontraktion und im Beginne der Dilatation keinerlei Einfluß auf den Ablauf einer Kontraktionswelle. Erst von der Mitte der Dilatation an konnte ein starker Reiz Verzögerung des Vorgangs oder höchstens eine kleine Zacke auslösen. Reize, die angebracht wurden, wenn die Dilatation eben vollendet war, hatte nie so kräftige Kontraktionen zur Folge wie diejenigen, welche während der Ruheperiode ausgelöst wurden. — Die Latenzperiode der Ringmuskulatur hängt von der Entfernung der Reizstelle ab. Bei Reizung an der Spitze des Wurmfortsatzes betrug für die in der distalen Hälfte gelegene Registrierstelle 0,6—0,9, für die in der proximalen Hälfte gelegene 0,9—1,6 Sek. Bei Reizung an der Basis ist das Verhältnis umgekehrt, 0,5—0,9 bzw. 0,8 bis 1,8 Sek. Bei Reizung in der Mitte zwischen beiden registrierten Ringmuskelstellen ist die Latenzzeit für beide Stellen fast stets gleich. Es kommen aber Extreme vor, wo die eine Stelle schon nach 0,8, die andere erst nach 1,7 Sek. nach dem Reiz sich zu kontrahieren beginnt. In wenigen Fällen ging der Kontraktion der einen Stelle eine Dilatation voraus.

Bei Reizung an den Enden des Präparates war dieses Verhalten sehr selten. Häufiger kam es vor, wenn der Reiz in der Mitte zwischen den beiden schreibenden Stellen angebracht wurde, was wir als *Baylis*schen Versuch ansprechen wollen. Leider aber war das Verhalten nicht sinngemäß; denn die Dilatation trat nie in der proximalen, also analwärts gelegenen Hälfte, sondern immer in der distalen auf, demnach nicht einer Peristaltik, sondern einer Antiperistaltik entsprechend.

Ein sicherer Nachweis des *Baylis*schen Gesetzes wurde demnach für den Wurmfortsatz von uns nicht erbracht.

Zusammenfassung.

a) Freie Appendix:

1. Von 16 untersuchten Wurmfortsätzen zeigten frei in *Ringer*lösung 10 sehr gute Spontanbewegungen. Sie verteilen sich auf 8 von 11 chronischen, 0 von 2 akuten, 2 von 2 Appendices, die vor einiger Zeit (10 und 3 Mon.) eine schwere Entzündung durchgemacht hatten, und 0 von 1 Appendix, die histologisch keine Zeichen von Appendicitis zeigte.

2. Von 10 spontan gut beweglichen Appendices wurden von 9 gute Kurven erhalten.

3. Eigenbewegung der freien Appendix ist ein Krümmen über dem Mesenteriolumansatz, indem sich die Spitze der Basis nähert, jedoch in einer Schraubenlinie, in der Weise, daß Spitze und Basis sich auch bei stärkster Krümmung nicht berühren, sondern über-

einanderstehen. Oft kommt dazu eine leichte Drehung um die Längsachse des Organs.

4. Entleerung wurde nur einmal beobachtet, dagegen mehrere Male ein teilweises Vorstoßen des Inhaltes.

b) *Magnus*methode:

1. Erst Füllung und Unterdrucksetzung des Appendixlumens ergab gute Resultate. Ohne Druckerhöhung wurden nur Kurven erhalten, wenn der Innendruck des Wurmfortsatzes vorübergehend erhöht worden war.

2. Die Kurven der Längsmuskulatur können

a) ganz regelmäßig sein;

b) Plateaus und Zwischenzacken aufweisen;

c) die Einzelkontraktionen können unter sich unregelmäßig sein, aber regelmäßig wiederkehrende Gruppen bilden, oder

d) aus ganz unregelmäßigen Einzelkontraktionen bestehen.

3. Die Bewegungen sind langsam. Mit Erhöhung der Temperatur steigt die Geschwindigkeit der Kontraktion gesetzmäßig. Sie beträgt z. B. bei 40 Grad 18 Sek., bei 37 Grad 72 Sek.

4. Die Länge des zur Registrierung gewählten Wurmfortsatzstückes hat nur Einfluß auf die Amplituden der Wellen.

5. Verziehung in axialer Richtung betrifft gewöhnlich die ganze Apppendix auf einmal. Unabhängige Verziehungen beider Hälften wurden nur bei höherem Innendruck beobachtet.

6. Ringmuskelkontraktionen sind nicht regelmäßig zu erhalten; ebensowenig konnte eine deutliche Peristaltik beobachtet werden.

7. Längs- und Ringmuskelbewegungen sind, bei starker Kontraktion der ersteren, gleichsinnig.

8. Refraktärperiode auf Reizung ist vollständig bis zur Mitte der Dilatationsbewegung, unvollständig wirksam bis zur Vollendung derselben.

9. Der *Baylisss*che Versuch fiel insofern negativ aus, als bei Reizung Kontraktion im proximalen, Dilatation im distalen Teile des Wurmfortsatzes auftrat.

Auf Grund vorliegender Versuche kommen wir zum Schlusse, daß sich die Bewegungsäußerungen des isolierten Wurmfortsatzes nicht mit denen eines isolierten Dünndarmstückes vergleichen lassen. Die Gesamtbewegung der Appendix, die zur Entledigung ihres Inhaltes führt, ist vielmehr der Defäkationsbewegung des Dickdarms oder den Austreibungsbewegungen muskulöser Hohlorgane vergleichbar.

Ackermann, Bruns' Beitr. **37**, 579 (1903). — *Armani*, Fortschr. Röntgenstr. **35**, 382 (1926). — *Aschoff*, Zieglers Beitr. **77** (1927). — *Aschoff* u. *Pokorny*, Dtsch. Z. Chir. **203—204**, 175 (1927). — *Blauel*, Bruns' Beitr. **68**, 106 (1910). — *Brins* u. *Fruchard*, Ref. Zbl. Chir. 1924. — *Czepa*, Fortschr. Röntgenstr. **35** (1926). — *Döhner*, Fortschr. Röntgenstr. **35** Heft 2 (1926). — *Gottheiner*, Fortschr. Röntgenstr. **35** (1926) (Schrifttum). — *Hohmeier*, Dtsch. med. Wschr. 1921, S. 290. — *Holm*, Pflügers Arch. **197** (1922) (Schrifttum). — *Hotz*, Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. **21** (1909). — *Klein*, Zbl. Chir. 1919, S. 534. — *Lenz*, Schweiz. med. Wschr. **53**, 38, 39, 40 (1923) u. Arch. Verdgskrkh. **25**, 1 (1925). — *Madinavertia*, Ref. Zbl. Chir. 1925, S. 2917. — *Magnus*, Pflügers Arch. **102**, **103**, **108**, **111** (1904 bis 1911). — *Rößle*, Zieglers Beitr. **77**, 121 (1927) (Schrifttum). — *Rost*, Der Darm. Aus „Pathologische Physiologie des Chirurgen". — *Schmidt*, Bruns' Beitr. **64**, 627 (1909). — *Szenes*, Langenbecks Arch. **119** (1921) (Schrifttum).